

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. August 2001 (23.08.2001)

PCT

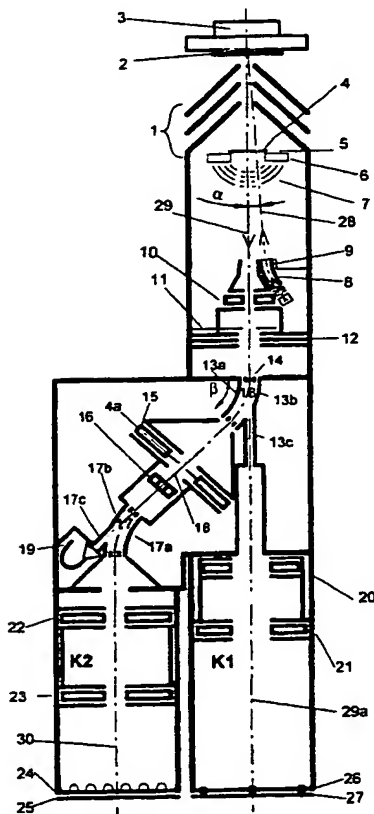
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/61725 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01J 37/285 (71) Anmelder und  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/PL01/00010 (72) Erfinder: GRZELAKOWSKI, Krzysztof [PL/PL]: ul.  
Uzamska 8, PL-54-316 Wrocław (PL).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Februar 2001 (05.02.2001) (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,  
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ,  
TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: P.338538 20. Februar 2000 (20.02.2000) PL

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EMISSION ELECTRON MICROSCOPE

(54) Bezeichnung: EMISSIONSELEKTRONENMIKROSKOP



(57) Abstract: The invention relates to an emission electron microscope, comprising an objective lens, an imaging system with at least one lens and a stigmator. The invention is characterised in that said microscope comprises a second, independent imaging system (K2), parallel to the first imaging system (K1) and two electron detector devices (25) and (27), by means of which two independent images are recorded: a real image and an image of the angle distribution of the electrons as a result of electronically switching the potentials of the deflector elements (13) and (17). Both identical deflector elements comprise pairs of spherical and concentric electrodes and are electron-optically separated from each other (13a), (13b) and (17a), (17b) by double the focal length thereof and turn the electron beam through an angle corresponding to  $(\beta)$  and  $(-\beta)$ , which leads to a parallel shift of the electron beam. The electrode (13b) contains a passage (13c), which allows the electron drift along the electron-optical main axis (29a), whilst the deflection is switched off. Said emission electron microscope also comprises an electron source (8), arranged close to the electron-optical axis (29) of the objective lens, which emits primary electrons along the electron-optical axis (28) at an angle  $(\alpha)$  to the electron-optical axis (29) of the objective lens, a contrast diaphragm system (4a) in a plane correlated to the focal plane of the objective and an image diaphragm system (11), in one of the image planes of the system.

(57) Zusammenfassung: Emissionselektronenmikroskop, das aus einer Objektlinse, aus einem Abbildungssystem mit wenigstens einer Linse und aus einem Stigmator besteht. Es zeichnet sich dadurch aus, dass es ein zweites, unabhängiges und zu dem ersten Abbildungssystem K1 ein paralleles, Abbildungssystem K2 und zwei Elektronennachweiseinrichtungen (25) und (27) besitzt, mit dem zwei unabhängige Bilder erfasst werden: ein reelles Bild und ein Bild der Winkelverteilung der Elektronen als Folge des elektronischen Umschaltens der Potentiale der Ablenkelemente (13) und (17). Die beiden identischen Ablenkelemente, die aus Paaren sphärischer und konzentrischer Elektroden (13a), (13b) und (17a), (17b) bestehen, sind voneinander um deren zweifache Brennweite elektronenoptisch entfernt und lenken den Elektronenstrahl entsprechend um einen Winkel  $(\beta)$  und  $(-\beta)$  ab, was zu einer parallelen Versetzung des Elektronenstrahles führt. Die Elektrode (13b) enthält eine Bohrung (13c), die den Drift der Elektronen entlang der elektronenoptischer Hauptachse (29a)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/61725 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

bei der abgeschalteten Ablenkung ermöglicht. Das Emissionselektronenmikroskop besitzt auch eine dicht neben der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse angebrachte Elektronenquelle (8), die Primärelektronen entlang der elektronenoptischen Achse (28) unter Winkel ( $\alpha$ ) zu der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse emittiert, ein Kontrastblendensystem (4a) in einer von den zu der Brennebene des Objektivs korrelierten Ebenen und ein Bildblendensystem (11), in einer von den Bildebenen des Systems.

## EMISSIONSELEKTRONENMIKROSKOP

Der Gegenstand der Erfindung ist ein Emissionselektronenmikroskop zur Abbildung der Oberflächen und der Winkelverteilung der aus der Oberfläche emittierten Elektronen.

Das System der elektrostatischen Linsen, bekannt aus der amerikanischen Patentbeschreibung US 4096386 ist damit gekennzeichnet, daß eine von den Linsen, z.B. die Erste eine polierte, flache Elektrode besitzt, die das Licht in die Richtung der Oberfläche lenkt.

Bekannt ist auch aus der deutschen Patentanmeldung Nr. DE 1989003 ein elektronenoptisches, abbildendes Photoelektronenmikroskop, daß ein elektrostatisches Linsensystem und ein Bildwandler enthält, dessen Eigenschaft die Abbremsung der Elektronen ist.

Ein Instrument und dessen Kalibrierungsmethode zur Objektabbildung bekannt aus der amerikanischen Patentbeschreibung US 6011262 ist dadurch gekennzeichnet, daß das Instrument einige Blenden zur selektiven Erzeugung der elektronenoptischen Bilder enthält. Das Instrument ist auch mit einem Wienfilter, der die Beleuchtung der Probe mit einem Elektronenstrahl ermöglicht, ausgerüstet.

Das Emissionselektronenmikroskop, das aus einer Objektivlinse mit Kontrastblendensystem, aus einem Stigmator, und aus einem elektronenoptischen Abbildungssystem mit wenigstens einer Linse besteht, besitzt zusätzlich ein zweites, unabhängiges und zu dem ersten Abbildungssystem paralleles Abbildungssystem und zwei Elektronennachweiseinrichtungen zur unabhängiger Aufnahme von zwei Bildern: des reelles Bildes und des Bildes der Winkelverteilung der Elektronen, was durch elektronisches Schalten der Potentiale der um Winkel  $\beta$  und  $-\beta$  elektronenstrahlablenkenden und um dessen doppelte Brennweite elektronenoptisch entfernten zwei Ablenkelemente möglich ist, wobei jedes Ablenkelement aus zwei sphärischen und zentrischen Elektroden besteht, von der die äußere gebohrt ist, um den Drift der Elektronen entlang der elektronenoptischen Achse bei der ausgeschalteten Ablenkung zu ermöglichen.

Das Emissionselektronenmikroskop besitzt auch: eine dicht neben der elektronenoptischen Achse der Objektivlinse lokalisierte Elektronenquelle, die mit Winkel  $\alpha$  zur Achse der Objektivlinse die Elektronen emittiert, ein Kontrastblendensystem in einer von

den zu der Brennebene der Objektivlinse konjugierten Ebenen und ein Bildblendensystem in einer der Bildebenen des Emissionselektronenmikroskopes.

Das Emissionselektronenmikroskop ist in ein elektronenabbremsendes System ausgerüstet, das aus wenigstens einer Elektrode besteht, die ein sphärisches, abbremsendes Zentralfeld mit einem Zentrum im Brennpunkt der Objektivlinse simuliert.

Die Elektronenquelle kann auch die Quelle für die spinpolarisierte Elektronen werden. In der weiteren Ausführung des Emissionselektronenmikroskopes ist das Ablenkensystem mit einer Elektronennachweiseinrichtung ausgerüstet, die sich hinter der Bohrung in der äußeren Ablenkelektrode des zweiten Ablenkelementes befindet und die zur Energiespektrumaufnahme dient.

In der weiteren Variante des Emissionselektronenmikroskopes, das aus: Objektivlinse, Kontrastblendensystem, Stigmator und aus einem Abbildungssystem mit wenigstens einer Linse besteht, besitzt das Emissionselektronenmikroskop sowohl eine dicht neben der elektronenoptischen Achse der Objektivlinse lokalisierte Elektronenquelle, die mit Winkel  $\alpha$  zur Achse der Objektivlinse die Elektronen emittiert, wie auch ein Kontrastblendensystem in einer von den zu der Brennebene des Objektivs konjugierten Ebenen und ein Bildblendensystem in einer der Bildebenen des Systems.

Das elektronenabbremsende System besteht wenigstens aus einer Elektrode, die ein sphärisches und abbremsendes Zentralfeld mit Zentrum im Brennpunkt der Objektivlinse simuliert und in einer von den zu der Brennebene der Objektivlinse korrelierten Ebenen befindet sich ein Kontrastblendensystem.

In der weiteren Ausführung ist die Elektronenquelle oder die Quelle der spinpolarisierten Elektronen mit einem Ablenkelement ausgerüstet.

Mit der Objektivlinse des Emissionselektronenmikroskopes ist auf mechanische Weise ein piezoquarzangetriebene Probenmanipulator zusammengekoppelt, der die Verschiebung, Kühlung und Heizung der Probe ermöglicht.

Vorteilhaftes Resultat der Erfindung ist gegeben durch: die Eigenschaft der Abbildung der Probenoberfläche mit Elektronen aus dem ausgewählten Energiebereich, Möglichkeit der lokalen Messungen des Energiespektrums und der Winkelverteilung der Elektronen. Möglichkeit der gleichzeitiger Aufnahme des reelles Bildes und zu ihm korrelierten Bildes der Winkelverteilung der Elektronen. Die Erzeugung dieses Effektes ist durch den Einsatz eines den Elektronenstrahl parallel versetzenden elektronenoptischen Ablenkensystems und das Einfügen der Elektronenkanone in das System, verwirklicht.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der Zeichnungen näher erläutert:

Fig.1 illustriert ein Emissionselektronenmikroskop mit zwei parallelen Abbildungssystemen, einer Elektronenquelle und einem elektronenabbremsenden System,

Fig.2 illustriert ein Emissionselektronenmikroskop mit zwei parallelen Abbildungssystemen und mit einer Elektronenquelle,

Fig.3 illustriert ein Emissionselektronenmikroskop mit einem Abbildungssystem und einer Elektronenquelle und

Fig.4 illustriert ein Emissionselektronenmikroskop mit einem Abbildungssystem, einer Elektronenquelle und einem elektronenabbremsendem System.

Das Emissionselektronenmikroskop dargestellt in Fig.1 besteht aus: einer Objektivlinse 1 mit Probenmanipulator 3, die das Kontrastblendensystem 4 und Stigmator 6 enthält, elektronenoptischen Linsen 20, 21, 22, 23 in den Abbildungssystemen K1 und K2, elektronenoptischen Linsen 10, 12, Elektronenquelle 8 mit Ablenkelementen 9 und aus dem elektronenoptischen Ablensystem 13 und 17, das den Elektronenstrahl parallel verschiebt und energetisch analysiert. Das System, das den Elektronenstrahl parallel verschiebt, besteht aus: konzentrischen Ablenkelektroden 13a, 13b und ihnen identischen konzentrischen Ablenkelektroden 17a, 17b, die Form der Teilsphären annehmen, einer Linse 15, Stigmator 16 und Elektronennachweiseinrichtung 19. Das erste Ablenkelement 13 lenkt den Elektronenstrahl um einen kleineren als  $90^\circ$  Winkel  $\beta$ , das zweite Ablenkelement 17 lenkt den Elektronenstrahl um Winkel  $-\beta$ , was zu dessen parallelen Verschiebung führt. An Rändern der Ablenkelemente 13 und 17 können die Ringelektroden 14 eingebaut werden, die ein durch die Ablenkelemente erzeugtes sphärisches Feld simulieren. Beide Ablenkelemente 13 und 17 sind voneinander um ihre zweifache Brennweite elektronenoptisch entfernt und bilden ein elektronenoptisches System in dessen Symmetriemitte sich eine elektronenoptische Linse 15 befindet. Parallele Verschiebung der elektronenoptischen Achsen 29, 30 am Eingang und Ausgang des Systems ermöglicht die Beobachtung des mikroskopischen Bildes in zwei Abbildungssystemen K1 und K2. Bei bestimmter Einstellung der Linse 10 und ausgeschaltetem Ablenkelement 13, durch die Bohrung 13c in dessen Außenelektrode 13b gelangen Elektronen in das Abbildungssystem K1, wo sie im Fall der einkristallischer Probe 2 ein Beugungsbild und im Fall der polykristallischer Probe ein Bild der Winkelverteilung der Elektronen erzeugen, wobei nach der entsprechenden Änderung der Einstellung der Linsen ein reelles Bild der Oberfläche entsteht.

Bei den eingeschalteten Ablenkelementen 13 und 17 unterliegt der Elektronenstrahl einer doppelten Ablenkung, d.h. parallelen Verschiebung der elektronenoptischen Achse und wird dadurch in das Abbildungssystem K2 geleitet, was zu der energetisch selektiver Abbildung der Probenoberfläche mit der Elektronennachweiseinrichtung 25 führt.

Das wechselhafte Ein- und Ausschalten der elektronenoptischen Ablenkelemente 13 und 17 bei bestimmten Spannungen mit einer Schaltperiode kürzer als der Intensitätsverfall der beiden Elektronennachweiseinrichtungen 25, 27 führt dazu, daß die Nachweiseinrichtungen gleichzeitig zwei Bilder zeigen:

- 1) ein durch die Einstellung des Ablenkelementes 13 und der Linse 15 energetisch gefiltertes Reellesbild und ein Bild der Winkelverteilung der Elektronen (ein Beugungsbild), oder
- 2) ein durch die Einstellung des Ablenkelementes 13 und der Linse 15 energetisch gefiltertes Reellesbild und ein von allen emittierten Elektronen erzeugtes Reellesbild.

Im Inneren der Objektivlinse 1 befindet sich ein piezoelektrischer Mechanismus der Kontrastblenden 4 und Stigmator 6, der die Abbildungsfehler der Objektivlinse korrigiert.

Das aus einer oder einigen Elektroden bestehende abbremsende System 7, das ein sphärisches Zentralfeld mit Zentrum im Brennpunkt (oder in einem mit ihm elektronenoptisch korrelierten Punkt) der Objektivlinse 1 simuliert, ermöglicht durch die Reduzierung der Driftenergie der Elektronen im Emissionselektronenmikroskop die Verbesserung des Energieauflösungsvermögens des Ablenkelementes 13.

Die elektronenoptische Linse 12, deren Zentrum sich in der Brennebene des Ablenkelementes 13 befindet, dient als Feldlinse, die abhängig von dem Arbeitsmodus des Emissionselektronenmikroskops, entweder das Beugungsbild oder das reelle Bild in das Zentrum der elektronenoptischen Linse 15 transferiert. Durch die Reduzierung der Bildblende 11 ist es möglich ein Fragment des Bildbereiches (sogar unterhalb 1µm) auszuwählen und mit Hilfe einer Elektronennachweiseinrichtung 19 das Energiespektrum aus dem ausgewählten Bereich zu messen (in diesem Fall ist das Ablenkelement 13 eingeschaltet und 17 ausgeschaltet), oder mit Hilfe des elektronenoptischen Abbildungssystems K1 (in diesem Fall ist das Ablenkelement 13 ausgeschaltet) die Winkelverteilung der Elektronen aus dem ausgewählten Bereich zu messen.

Bei dem abgeschalteten Ablenkelement 17 driften die Elektronen zu der Elektronennachweiseinrichtung 19 durch die Bohrung 17c in der Außenelektrode des Ablenkelements 17b.

Bei dem abgeschalteten Ablenkelement 13 bilden die Elektronen ein Beugungsbild oder (abhängig von den Einstellungen der Linsen 10 und 12) ein reelles Bild (zu dem alle Elektronen beitragen) am Eingang der Linse 20, das nach der Vergrößerung auf der Elektronennachweiseinrichtung 27 erscheint.

Das Umschalten der Potentiale mit der Periode z.B. 100ms führt zu dem wechselhaften Erscheinen der Bilder: eines energetisch selektiven reellen Bildes auf der Elektronennachweiseinrichtung 25, und des Bildes der Winkelverteilung der Elektronen (oder reellen Bildes zu dem alle Elektronen beitragen), auf der Elektronennachweiseinrichtung 27. Ausnutzung des elektronischen Verschlusses der zwei CCD Kameras synchronisiert z.B. mit einem Steuerungssignal mit der Periode z.B. 100ms, läßt den Effekt der Pulsierung der gleichzeitig und nebeneinander erscheinenden Bilder vermeiden.

Der Primärelektronenstrahl gelangt zur Probe 2 aus der sich dicht neben der elektronenoptischen Achse der Objektivlinse befindeter Elektronenquelle 8. Primärelektronen, die in den Bereich der Objektivlinse unter Winkel  $\alpha$  zu deren Achse eintreten und im Folge der Auswirkung des Objektivsfeldes zum Schnittpunkt der Objektivachse mit der Probe umgelenkt werden, beleuchten die Probe unter einem größerem als  $\alpha$  Winkel.

Am Ausgang der Elektronenquelle 8 können die sphärischen oder zylindrischen Ablenkelektroden 9 angebracht werden, was den Abstand zwischen der elektronenoptischen Achse 28 des Primärstrahles und der elektronenoptischen Achse 29 der Objektivlinse reduziert, und dadurch zur Verkleinerung des Einfallswinkels der Elektronen an der Probe 2 führt.

In einer der Bildebenen des Systems z.B. in der Brennebene des Ablenkelementes 13 ist ein Bildblendensystem 11 angebracht, mit dem es möglich ist ein Fragment des Bildbereiches (auch unterhalb  $1\mu\text{m}$ ) auszuwählen und mit Hilfe einer Elektronennachweiseinrichtung 27 oder mit einem anderen unabhängigen Messsystem z.B. Ablenkelement 13 und Elektronennachweiseinrichtung 19, das Energiespektrum aus dem ausgewählten Bereich zu messen, oder mit Hilfe des elektronenoptischen Abbildungssystems K1 die Winkelverteilung der Elektronen aus dem ausgewählten Bereich zu messen. In einer von den zu der Brennebene 5 der Objektivlinse konjugierten Ebenen (z.B. in der Symmetriemitte der Ablenkelemente 13 und 17) ist eine Kontrastblende (4a) angebracht.

Das Emissionselektronenmikroskop aus Fig.4 ist zusätzlich mit einem abbremsendem System 7 ausgerüstet, das aus einer oder mehreren Elektroden besteht, die sphärisches Zentralfeld mit Zentrum im Brennpunkt der Objektivlinse simulieren.

An die Objektivlinse des Emissionselektronenmikroskops ist ein Piezoquarzprobenmanipulator mechanisch angekoppelt, der eine präzise Verschiebung, Kühlung und Heizung der Probe ermöglicht.

Das Emissionselektronenmikroskop ist für den Einsatz unter Ultrahochvakuumbedingungen konzipiert, deshalb unterliegen alle Flanschen und Außenmassen dem Standard CF. Der Grundflansch des Emissionselektronenmikroskops ist ein 8" Flansch DN150CF, der mit sechs Mini-CF Flanschen mit elektrischen Durchführungen und zwei parallelen Röhren mit 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" Flanschen ausgerüstet ist. Das Gesamtinstrument ist mit einer magnetischen Abschirmung ummantelt, was die langsamen Elektronen im Bereich der elektronenoptischen Linsen von dem negativen Einfluß der Außenfelder schützt.



## Bezugszeichenliste

K1	Erstes Abbildungssystem
K2	Zweites Abbildungssystem
1	Objektivlinse
2	Probe
3	Probenmanipulator
4, 4a	Kontrastblendensystem
5	Brennebene der Objektivlinse
6	Stigmator
7	Abbremsendes System
8	Elektronenquelle
9	Ablenkelement der Elektronenquelle
10	Elektronenoptische Linse
11	Bildblendensystem
12	Elektronenoptische Linse
13	Erstes Ablenkelement
13a	Sphärische Innenablenkelektrode
13b	Sphärische Außenablenkelektrode
13c	Bohrung in der Elektrode 13b
14	Ringelektroden
15	Elektronenoptische Linse
16	Stigmator
17	Zweites Ablenkelement
17a	Sphärische Innenelektrode
17b	Sphärische Außenelektrode
17c	Bohrung in der Elektrode 17b
18	Elektronenoptische Achse der Linse 15
19	Elektronennachweiseinrichtung
20, 21, 22, 23	Elektronenoptische Linse
24, 25, 26, 27	Elektronennachweiseinrichtung
28	Elektronenoptische Achse der Elektronenquelle
29	Elektronenoptische Achse der Objektivlinse
29a	Elektronenoptische Hauptachse des ersten Abbildungssystems
30	Elektronenoptische Achse des zweiten Abbildungssystems

## Patentansprüche

1. Emissionselektronenmikroskop, das ein elektronenoptisches, aus einer Objektivlinse, aus einem Abbildungssystem mit wenigstens einer Linse und aus einem Stigmator bestehendes Linsensystem bildet **dadurch gekennzeichnet**, daß es ein zweites, unabhängiges und zu dem ersten Abbildungssystem **K1** ein paralleles Abbildungssystem **K2** und zwei Elektronennachweiseinrichtungen **(25)** und **(27)** besitzt, mit denen zwei unabhängige Bilder erfaßt sind: ein reelles Bild und ein Bild der Winkelverteilung der Elektronen als Folge des elektronischen Umschaltens der Potentiale der Ablenkelemente **(13)** und **(17)**, die den Elektronenstrahl entsprechend um einen Winkel  $(\beta)$  und  $(-\beta)$  ablenken, wobei die voneinander um deren zweifache Brennweite elektronenoptisch entfernte Ablenkelemente **(13)** und **(17)**, aus identischen Paaren sphärischer und konzentrischer Elektroden **(13a)**, **(13b)** und **(17a)**, **(17b)** bestehen, und die Elektrode **(13b)** eine Bohrung **(13c)** enthält, die den Drift der Elektronen entlang der elektronenoptischer Hauptachse **(29a)** bei der abgeschalteten Ablenkung ermöglicht; außerdem besitzt das Emissionselektronenmikroskop auch eine dicht neben der elektronenoptischen Achse **(29)** der Objektivlinse **(1)** angebrachte Elektronenquelle **(8)**, die die Primärelektronen entlang der elektronenoptischen Achse **(28)** der Elektronenquelle unter Winkel  $(\alpha)$  zu der elektronenoptischen Achse **(29)** der Objektivlinse emittiert, ein Kontrastblendensystem **(4a)** in einer von den zu der Brennebene **(5)** der Objektivlinse korrelierten Ebenen und ein Bildblendensystem **(11)** in einer von den Bildebenen des Systems.
2. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem Abbildungssystem ein abbremsendes System **(7)** angebracht ist, das aus einer oder mehreren Elektroden besteht, die abbremsendes sphärisches Zentralfeld mit dem Zentrum im Brennpunkt der Objektivlinse simulieren.
3. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektronenquelle **(8)** eine Quelle für spinpolarisierte Elektronen ist.
4. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Ausgang der Elektronenquelle für die Elektronen ein Ablenkelement **(9)** angebracht ist.

5. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß am Ausgang der Elektronenquelle (8) ein Ablenkelement (9) angebracht ist.
6. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an der elektronenoptischen Achse (18) hinter der Bohrung (17c) in der äußeren Ablenkelektrode (17b) des Ablenkelements (17) eine Elektronennachweiseinrichtung (19) für die Messung des Energiespektrums der emittierten Elektronen angebracht ist.
7. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an der elektronenoptischen Achse (18) hinter der Bohrung (17c) in der äußeren Ablenkelektrode (17b) des Ablenkelements (17) eine Elektronennachweiseinrichtung (19) für die Messung des Energiespektrums der emittierten Elektronen angebracht ist.
8. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß an der elektronenoptischen Achse (18) hinter der Bohrung (17c) in der äußeren Ablenkelektrode (17b) des Ablenkelements (17) eine Elektronennachweiseinrichtung (19) für die Messung des Energiespektrums der emittierten Elektronen angebracht ist.
9. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß an der elektronenoptischen Achse (18) hinter der Bohrung (17c) in der äußeren Ablenkelektrode (17b) des Ablenkelements (17) eine Elektronennachweiseinrichtung (19) für die Messung des Energiespektrums der emittierten Elektronen angebracht ist.
10. Emissionselektronenmikroskop mit einem elektronenoptischen Abbildungssystem, das eine Objektivlinse, mindestens eine Projektivlinse, einen Stigmator, eine Elektronennachweiseinrichtung und ein Kontrastblendensystem aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß dicht neben der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse (1) eine Elektronenquelle (8) angebracht ist, die Primärelektronen entlang der elektronenoptischen Achse (28) unter Winkel ( $\alpha$ ) zu der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse emittiert, und daß das Emissionselektronenmikroskop ein Kontrastblendensystem (4a) in einer von den zu der Brennebene (5) der Objektivlinse korrelierten Ebenen und ein Bildblendensystem (11) in einer von Bildebenen des Systems besitzt.
11. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Abbildungssystem ein die Elektronen abbremsendes System (7) angebracht ist, das

aus einer oder mehreren Elektroden besteht, die abbremsendes sphärisches Zentralfeld mit Zentrum in dem Brennpunkt der Objektivlinse simulieren.

12. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß in einer von den zu der Brennebene des Objektives elektronenoptisch konjugierten Ebenen ein Kontrastblendensystem angebracht ist.
13. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenquelle (8) eine Quelle der spinpolarisierten Elektronen ist.
14. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenquelle (8) eine Quelle der spinpolarisierten Elektronen ist.
15. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenquelle (8) ein Ablenkelement (9) aufweist.
16. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenquelle der spinpolarisierten Elektronen ein Ablenkelement (9) aufweist.
17. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenquelle (8) ein Ablenkelement (9) aufweist.
18. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenquelle (8) ein Ablenkelement (9) aufweist.

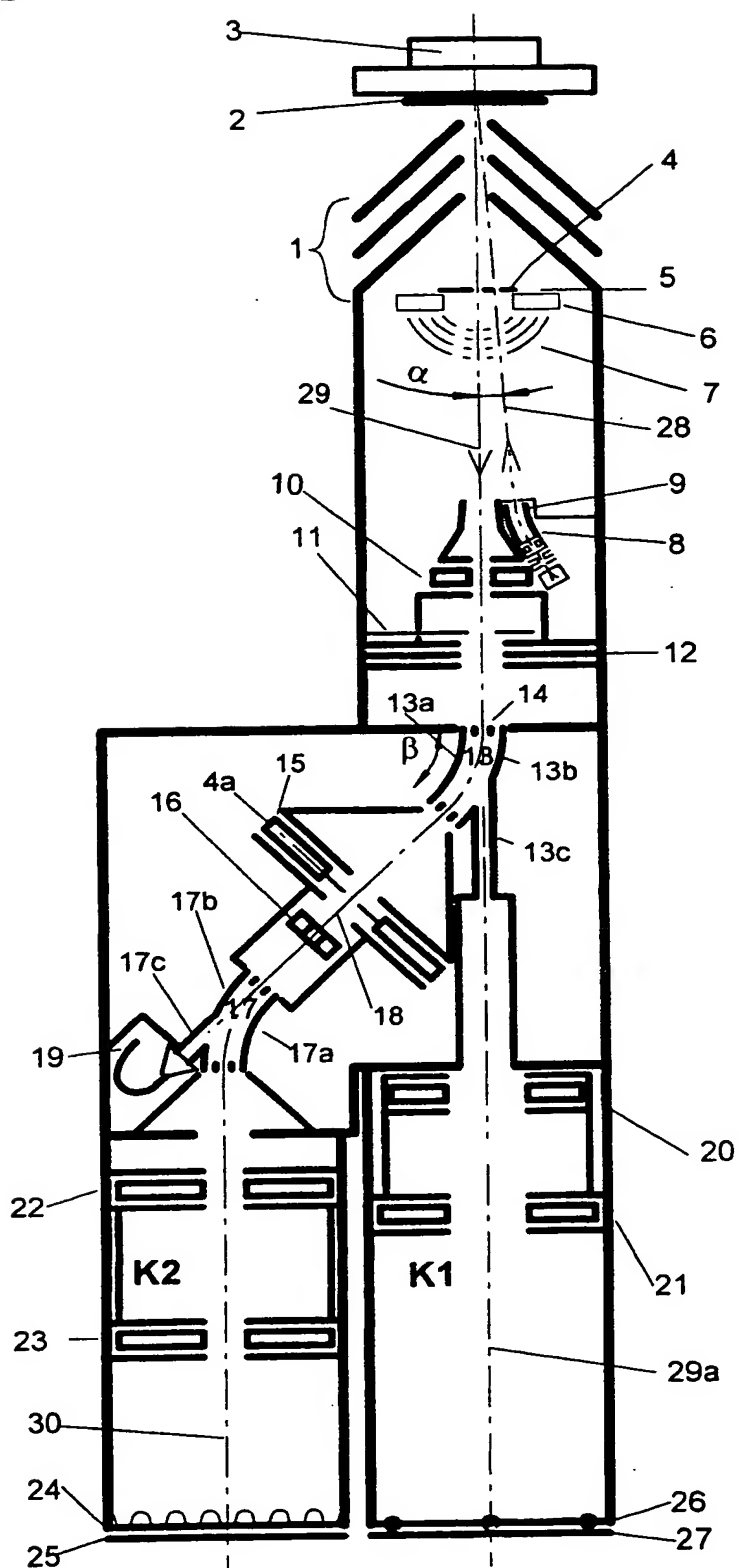


Fig.1

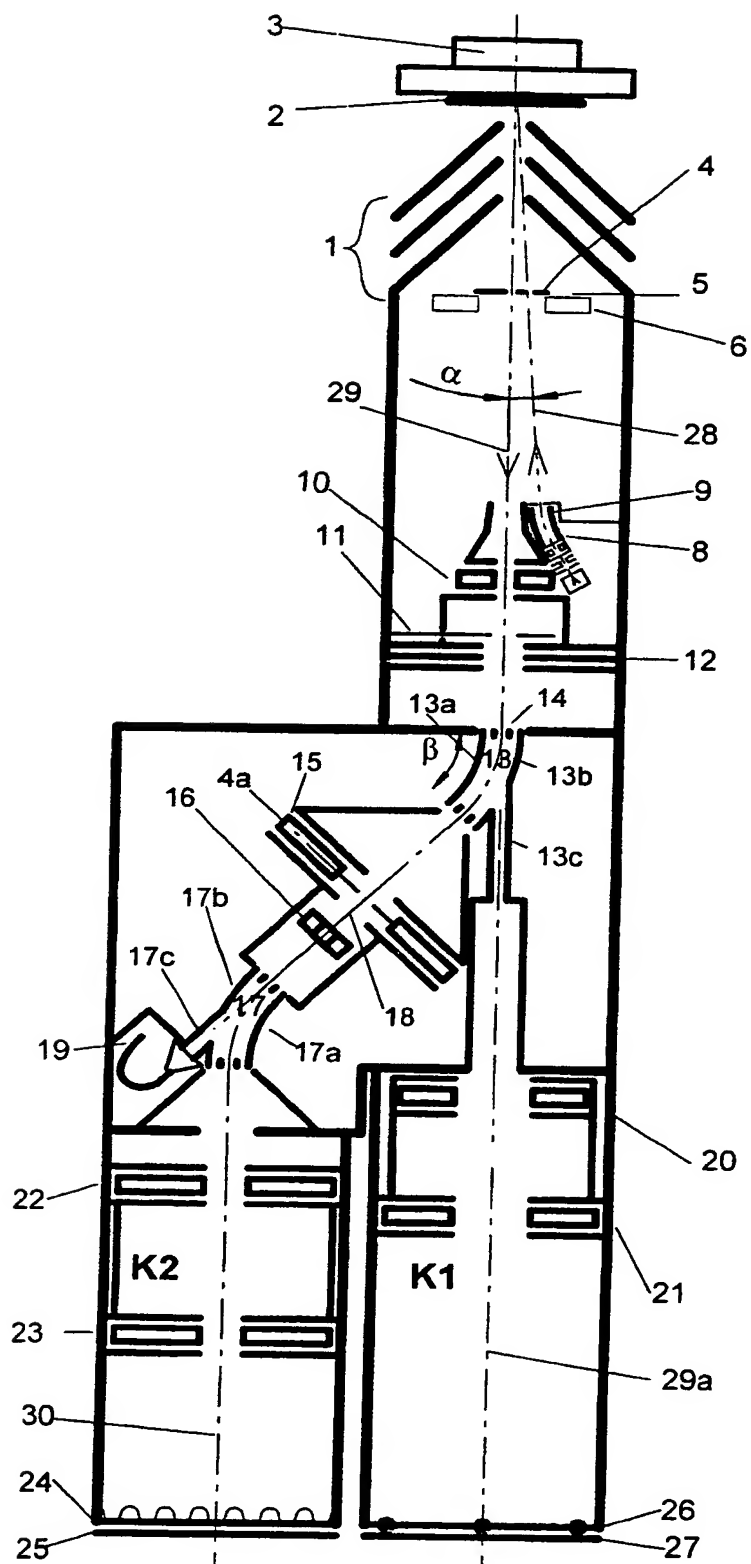
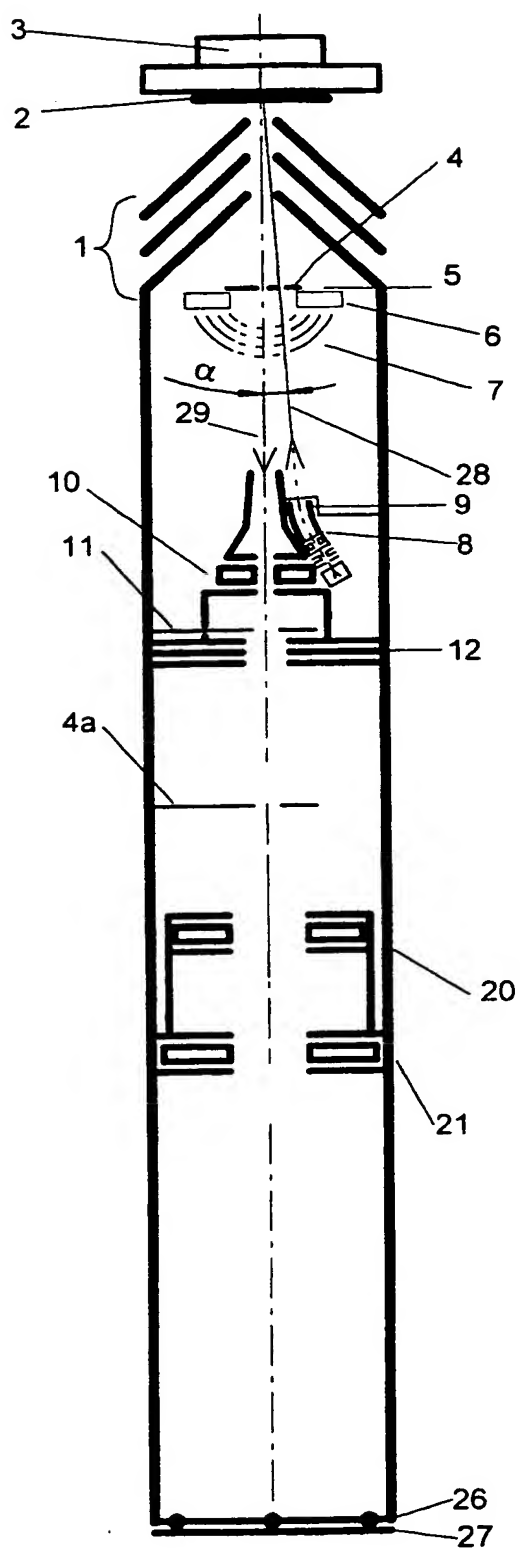


Fig.2



**Fig.3**

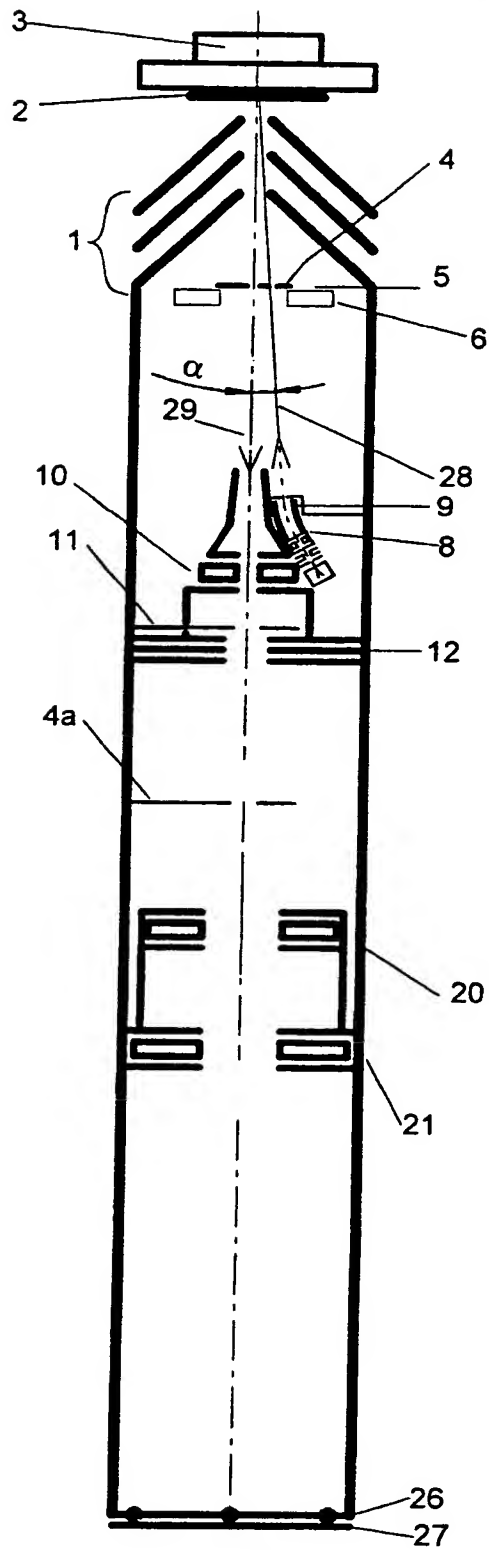


Fig.4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT 01/00010

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01J37/285

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC.

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

INSPEC, PAJ, EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BAUER E ET AL: "LOW ENERGY ELECTRON MICROSCOPY OF NANOMETER SCALE PHENOMENA" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART B, US, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, vol. 9, no. 2 PART 02, 1 March 1991 (1991-03-01), pages 403-408, XP000222863 ISSN: 0734-211X	10
Y	page 403, column 2, paragraph 4 -page 404, column 1, paragraph 1; figure 2	11
Y	US 4 255 661 A (LIEBL HELMUT) 10 March 1981 (1981-03-10)	11
A	column 3, line 1 - line 23; figure 1 -/--	10

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 June 2001

Date of mailing of the international search report

22/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Oestreich, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

/PL 01/00010

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	MORRISON G H AND SLODZIAN G: "The ion microscope opens new vistas in many fields of science by its ability to provide spatially resolved mass analysis of solid surfaces" ANALYTICAL CHEMISTRY, vol. 47, no. 11, 1975, pages 993A-943A, XP002168698 figure 3	1
A	REIMER: "Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden " 1959 , SPRINGER , BERLIN XP002168566 5898 page 32 -page 33	10
A	US 4 564 758 A (SLODZIAN GEORGES ET AL) 14 January 1986 (1986-01-14) figure 1	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC 01/00010

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4255661	A	10-03-1981	DE 2842527 A	03-04-1980
			FR 2437695 A	25-04-1980
			GB 2030761 A, B	10-04-1980
			IT 1120456 B	26-03-1986
			JP 1405430 C	09-10-1987
			JP 55046491 A	01-04-1980
			JP 62013789 B	28-03-1987
<hr/>				
US 4564758	A	14-01-1986	NONE	
<hr/>				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PL 01/00010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01J37/285

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

INSPEC, PAJ, EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	BAUER E ET AL: "LOW ENERGY ELECTRON MICROSCOPY OF NANOMETER SCALE PHENOMENA" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART B, US, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, Bd. 9, Nr. 2 PART 02, 1. März 1991 (1991-03-01), Seiten 403-408, XP000222863 ISSN: 0734-211X	10
Y	Seite 403, Spalte 2, Absatz 4 -Seite 404, Spalte 1, Absatz 1; Abbildung 2	11
Y	US 4 255 661 A (LIEBL HELMUT) 10. März 1981 (1981-03-10)	11
A	Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 23; Abbildung 1	10
	--- -/-- ---	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Juni 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Oestreich, S

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	MORRISON G H AND SLODZIAN G: "The ion microscope opens new vistas in many fields of science by its ability to provide spatially resolved mass analysis of solid surfaces" ANALYTICAL CHEMISTRY, Bd. 47, Nr. 11, 1975, Seiten 993A-943A, XP002168698 Abbildung 3 ---	1
A	REIMER: "Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden " 1959, SPRINGER, BERLIN XP002168566 5898 Seite 32 -Seite 33 ---	10
A	US 4 564 758 A (SLODZIAN GEORGES ET AL) 14. Januar 1986 (1986-01-14) Abbildung 1 -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PL 01/00010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4255661      A	10-03-1981	DE      2842527 A	03-04-1980
		FR      2437695 A	25-04-1980
		GB      2030761 A, B	10-04-1980
		IT      1120456 B	26-03-1986
		JP      1405430 C	09-10-1987
		JP      55046491 A	01-04-1980
		JP      62013789 B	28-03-1987
<hr/>			
US 4564758      A	14-01-1986	KEINE	
<hr/>			

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. August 2001 (23.08.2001)

PCT

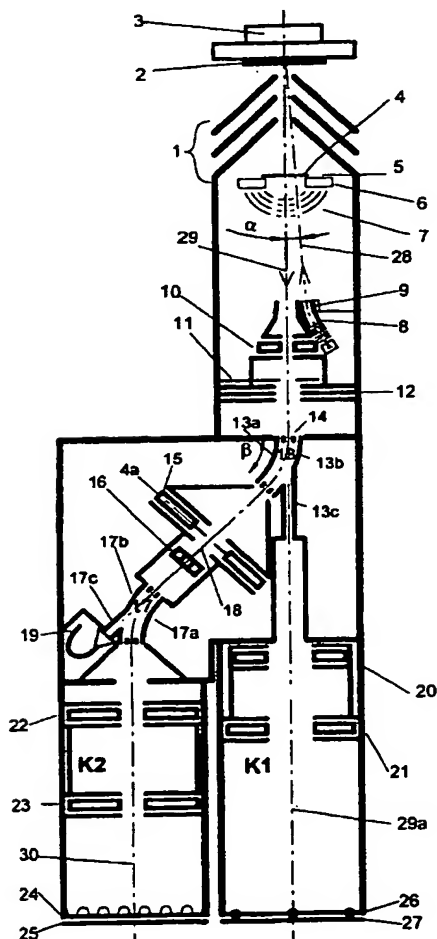
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/61725 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01J 37/285 (30) Angaben zur Priorität: P.338538 20. Februar 2000 (20.02.2000) PL
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/PL01/00010 (71) Anmelder und (72) Erfinder: GRZELAKOWSKI, Krzysztof [PL/PL]; ul. Uznamska 8, PL-54-316 Wrocław (PL).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Februar 2001 (05.02.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EMISSION ELECTRON MICROSCOPE

(54) Bezeichnung: EMISSIONSELEKTRONENMIKROSKOP



(57) Abstract: The invention relates to an emission electron microscope, comprising an objective lens, an imaging system with at least one lens and a stigmator. The invention is characterised in that said microscope comprises a second, independent imaging system (K2), parallel to the first imaging system (K1) and two electron detector devices (25) and (27), by means of which two independent images are recorded: a real image and an image of the angle distribution of the electrons as a result of electronically switching the potentials of the deflector elements (13) and (17). Both identical deflector elements comprise pairs of spherical and concentric electrodes and are electron-optically separated from each other (13a), (13b) and (17a), (17b) by double the focal length thereof and turn the electron beam through an angle corresponding to  $(\beta)$  and  $(-\beta)$ , which leads to a parallel shift of the electron beam. The electrode (13b) contains a passage (13c), which allows the electron drift along the electron-optical main axis (29a), whilst the deflection is switched off. Said emission electron microscope also comprises an electron source (8), arranged close to the electron-optical axis (29) of the objective lens, which emits primary electrons along the electron-optical axis (28) at an angle  $(\alpha)$  to the electron-optical axis (29) of the objective lens, a contrast diaphragm system (4a) in a plane correlated to the focal plane of the objective and an image diaphragm system (11), in one of the image planes of the system.

(57) Zusammenfassung: Emissionselektronenmikroskop, das aus einer Objektivlinse, aus einem Abbildungssystem mit wenigstens einer Linse und aus einem Stigmator besteht. Es zeichnet sich dadurch aus, dass es ein zweites, unabhängiges und zu dem ersten Abbildungssystem K1 ein paralleles, Abbildungssystem K2 und zwei Elektronennachweiseinrichtungen (25) und (27) besitzt, mit dem zwei unabhängige Bilder erfasst werden: ein reelles Bild und ein Bild der Winkelverteilung der Elektronen als Folge des elektronischen Umschaltens der Potentiale der Ablenkelemente (13) und (17). Die beiden identischen Ablenkelemente, die aus Paaren sphärischer und konzentrischer Elektroden (13a), (13b) und (17a), (17b) bestehen, sind voneinander um deren zweifache Brennweite elektronenoptisch entfernt und lenken den Elektronenstrahl entsprechend um einen Winkel  $(\beta)$  und  $(-\beta)$  ab, was zu einer parallelen Versetzung des Elektronenstrahles führt. Die Elektrode (13b) enthält eine Bohrung (13c), die

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/61725 A1



HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen

**Veröffentlichungsdatum der geänderten Ansprüche:**

22. November 2001

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

den Drift der Elektronen entlang der elektronenoptischer Hauptachse (29a) bei der abgeschalteten Ablenkung ermöglicht. Das Emissionselektronenmikroskop besitzt auch eine dicht neben der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse angebrachte Elektronenquelle (8), die Primärelektronen entlang der elektronenoptischen Achse (28) unter Winkel ( $\alpha$ ) zu der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse emittiert, ein Kontrastblendensystem (4a) in einer von den zu der Brennebene des Objektivs korrelierten Ebenen und ein Bildblendensystem (11), in einer von den Bildebenen des Systems.



## GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 17. April 2001 (17.04.01) eingegangen;  
ursprünglicher Ansprüche 1 bis 2 und 4 bis 12 geänderte;  
alle weiteren Ansprüche unverändert (3 Seiten)]

1. Emissionselektronenmikroskop, das ein elektronenoptisches, aus einer Objektivlinse und aus einem Abbildungssystem mit wenigstens einer Linse bestehendes Linsensystem bildet **dadurch gekennzeichnet**, daß es ein zweites, unabhängiges und zu dem ersten Abbildungssystem K1 ein paralleles Abbildungssystem K2 und zwei Elektronennachweiseinrichtungen (25) und (27) besitzt, mit denen zwei Bilder erfasst werden: ein reelles Bild und ein Bild der Winkelverteilung der Elektronen, oder zwei reelle Bilder, als Folge des elektronischen Umschaltens der Potentiale der Ablenkelemente (13) und (17), die den Elektronenstrahl entsprechend um einen kleineren als 90° Winkel ( $\beta$ ) und einen Winkel ( $-\beta$ ) ablenken, wobei die voneinander um deren zweifache Brennweite elektronenoptisch entfernten Ablenkelemente (13) und (17), aus identischen Paaren sphärischer und konzentrischer Elektroden (13a), (13b) und (17a), (17b) bestehen, und die Elektrode (13b) eine Bohrung (13c) aufweist, die den Drift der Elektronen entlang der elektronenoptischer Hauptachse (29a) bei der abgeschalteten Ablenkung ermöglicht; außerdem besitzt das Emissionselektronenmikroskop auch eine von den Abbildungssystemen K1 und K2 elektronenoptisch getrennte und unabhängige Elektronenquelle (8), die so ausgerichtet ist, dass der Raum zwischen der Elektronenquelle und der hinteren Brennebene der Objektivlinse (1) feldfrei ist und die von der Elektronenquelle (8) kommenden Primärelektronen unter dem Winkel ( $\alpha$ ) zu der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse (1) driften und gelangen am hinteren Brennpunkt der Objektivlinse (1) vorbei durch die symmetrisch auf der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse (1) liegenden Objektivlinsenzentralbohrung zum abzubildenden Bereich der Probe (2), der auf der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse (1) liegt.
2. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Abbildungssystem ein abbremsendes System (7) angebracht ist, das aus einer oder mehreren Elektroden besteht, die ein abbremsendes, sphärisches Zentralfeld mit dem Zentrum in einem von den zu dem Brennpunkt der Objektivlinse elektronenoptisch konjugierten Punkten simulieren.
3. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektronenquelle (8) eine Quelle für spinpolarisierte Elektronen ist.

4. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronenquelle ein Ablenkelement (9) aufweist.
5. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronenquelle ein Ablenkelement (9) aufweist.
6. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf der elektronenoptischen Achse (18) hinter der Bohrung (17c) in der äußeren Ablenkelektrode (17b) des Ablenkelements (17) eine Elektronennachweiseinrichtung (19) für die Messung des Energiespektrums der aus der Probe (2) emittierten Elektronen angebracht ist.
7. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf der elektronenoptischen Achse (18) hinter der Bohrung (17c) in der äußeren Ablenkelektrode (17b) des Ablenkelements (17) eine Elektronennachweiseinrichtung (19) für die Messung des Energiespektrums der aus der Probe (2) emittierten Elektronen angebracht ist.
8. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass auf der elektronenoptischen Achse (18) hinter der Bohrung (17c) in der äußeren Ablenkelektrode (17b) des Ablenkelements (17) eine Elektronennachweiseinrichtung (19) für die Messung des Energiespektrums der aus der Probe (2) emittierten Elektronen angebracht ist.
9. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf der elektronenoptischen Achse (18) hinter der Bohrung (17c) in der äußeren Ablenkelektrode (17b) des Ablenkelements (17) eine Elektronennachweiseinrichtung (19) für die Messung des Energiespektrums der aus der Probe (2) emittierten Elektronen angebracht ist.
10. Emissionselektronenmikroskop mit einer Elektronenquelle, mit einer Objektivlinse und mit einem elektronenoptischen Abbildungssystem, das mindestens eine Projektivlinse und eine Elektronennachweiseinrichtung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die dicht an der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse (1) liegende Elektronenquelle (8) vom Abbildungssystem elektronenoptisch getrennt und unabhängig ist und derart ausgerichtet, dass der Raum zwischen der Elektronenquelle (8) und der hinteren Brennebene der Objektivlinse (1) feldfrei ist, und die aus der Elektronenquelle (8) kommenden Primärelektronen unter dem Winkel ( $\alpha$ ) zu der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse (1) driften und gelangen am hinteren Brennpunkt der Objektivlinse (1) vorbei durch die symmetrisch auf der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse (1) liegenden Objektivlinsenzentralbohrung zum abzubildenden Bereich der Probe (2), der auf der elektronenoptischen Achse (29) der Objektivlinse (1) liegt.

GEÄNDERTES BLATT (ARTIKEL 19)

11. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Abbildungssystem ein die Elektronen abbremsendes System (7) angebracht ist, das aus einer oder mehreren Elektroden besteht, die ein abbremsendes sphärisches Zentralfeld mit Zentrum in einem von den zu dem Brennpunkt der Objektivlinse elektronenoptisch konjugierten Punkten simulieren.
12. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass in der hinteren Brennebene (5) der Objektivlinse (1) oder in ihrer elektronenoptisch konjugierten Ebenen ein Kontrastblendensystem angebracht ist und in der hinteren Brennebene (5) der Objektivlinse (1) oder in ihrer elektronenoptisch konjugierten Ebenen ein Stigmator angebracht ist.
13. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronenquelle (8) eine Quelle der spinpolarisierten Elektronen ist.
14. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronenquelle (8) eine Quelle der spinpolarisierten Elektronen ist.
15. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronenquelle (8) ein Ablenkelement (9) aufweist.
16. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronenquelle der spinpolarisierten Elektronen ein Ablenkelement (9) aufweist.
17. Emissionselektronenmikroskop nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronenquelle (8) ein Ablenkelement (9) aufweist.
18. Emissionselektronenmikroskop nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronenquelle (8) ein Ablenkelement (9) aufweist.

GEÄNDERTES BLATT (ARTIKEL 19)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**